

Requested Patent: DE3528765A1
Title: CONTROL AND ENERGIZATION CIRCUIT FOR A BRUSHLESS D-C MOTOR ;
Abstracted Patent: US4692675 ;
Publication Date: 1987-09-08 ;
Inventor(s): FALK GERHARD (DE) ;
Applicant(s): BOSCH GMBH ROBERT (DE) ;
Application Number: US19860893333 19860805 ;
Priority Number(s): DE19853528765 19850810 ;
IPC Classification: ;
Equivalents: JP62040086

ABSTRACT:

A ring-connected d-c brushless stator winding has winding sections (I, II . . . XI), serially connected by junctions (1, 2 . . . 11) and selectively and sequentially connected to a source of d-c power (15, 16) by controlled switches (20, 21), the connection of the switches being selectively controlled by a logic network responsive to a rotor position sensor (26). In accordance with the logic, when the rotor position sensor senses that the rotor is in alignment with a junction, the respective junction is connected to one terminal and, through the logic, which includes an OR-gate (28), a NOR-gate (29) and an AND-gate (30) which receive input signals from sensors associated with other junctions, the junction beneath the sensor sensing the rotor at the position is connected to one terminal of the source, whereas junctions effectively 180 DEG -electrical displaced are connected by the switches controlled by the logic, to the other d-c terminal; as the rotor moves, the field travels around the ring stator.

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift
⑪ DE 3528765 A1

⑤ Int. Cl. 4:
H 02 K 29/06

②1 Aktenzeichen: P 35 28 765.9
②2 Anmeldetag: 10. 8. 85
④3 Offenlegungstag: 19. 2. 87

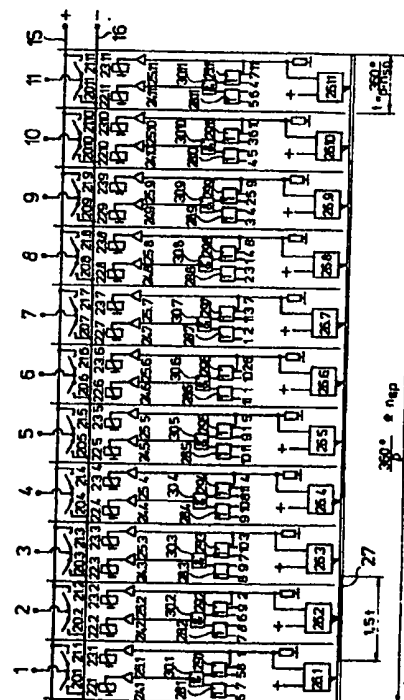
DE 3528765 A1

⑦1 Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 7000 Stuttgart, DE

⑦2 Erfinder:
Falk, Gerhard, 6101 Roßdorf, DE

⑤4 Schaltungsanordnung für einen bürstenlosen Gleichstrommotor

Es wird eine Schaltungsanordnung zur Steuerung eines bürstenlosen Gleichstrommotors angegeben, dessen Wicklung aus feststehenden, im Ring geschalteten, Teilwicklungen besteht. Jeder Speisepunkt der Wicklung zwischen jeweils zwei Teilwicklungen ist abhängig von der Stellung eines mit dem Rotor verbundenen Lagesensors zyklisch umlaufend abwechselnd durch erste Schalter mit dem einen und dann durch zweite Schalter mit dem anderen Pol der Speisespannungsquelle verbindbar. Die ersten Schalter (21...) werden dabei vom Lagesensor direkt, die zweiten Schalter (20...) unter Zwischenschaltung eines Steuerlogikkreises betätigt.



DE 3528765 A1

1. Schaltungsanordnung zur Steuerung eines bürstenlosen Gleichstrommotors, dessen Wicklung feststehend angeordnet und im Ring geschaltet ist, wobei die Teilspulen gleichmäßig über den Umfang verteilt und unter Zwischenschaltung von Speisepunkten (Wicklungsknoten) elektrisch leitend miteinander verbunden und an eine Gleichspannungsquelle zyklisch umlaufend anschaltbar sind, wobei jeder Speisepunkt sowohl mit dem positiven als auch mit dem negativen Pol der Spannungsquelle verbunden sein kann und für jeden Speisepunkt der Gesamtwicklung ein Teil eines Lagesensors vorgesehen ist und der einen Rotor zur Erzeugung des magnetischen Flusses aufweist der den für alle Sensoren gemeinsamen umlaufenden Teil des Lagesensors trägt, **dadurch gekennzeichnet**, daß jeder Speisepunkt (1, 2, 3 11) abhängig von der jeweiligen Stellung des umlaufenden Teils (27) des Lagesensors durch erste Schalter (21) mit dem einen Pol (15) und durch zweite Schalter (20 . . .) mit dem anderen Pol (16) der Speisespannungsquelle verbindbar ist, daß die ersten Schalter (21) von dem Lagesensor (26, 27) direkt und die zweiten Schalter (20) unter Zwischenschaltung jeweils eines Steuerlogikkreises betätigt werden.

2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Steuerlogikkreis eine Reihenschaltung aus einer Parallelschaltung eines ODER-Gatters (28 . . .) und eines Nicht-ODER-Gatters (29 . . .) und einem nachgeschalteten UND-Gatters (30 . . .) umfaßt.

3. Schaltungsanordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer ungeraden Anzahl von Teilwicklungen I . . . XI die Steuerlogiken jeder Teilwicklung in folgender Weise mit den Zuleitungen zu den ersten Schaltern verharft sind:

— jeweils einem Eingang jedes ODER-Gatters (28 . . .) eines Speisepunktes sind die Anschlüsse der Speisepunkte der wirkungsmäßig gegenüberliegenden Teilwicklung zugeführt,

— jeweils einem der drei Eingänge jedes Nicht-ODER-gatters (29 . . .) ist der Anschluß des zugehörigen Speisepunktes der betreffenden Teilwicklung und die äußeren Anschlüsse der zu beiden Seiten der wirkungsmäßig gegenüberliegenden Teilwicklung sich erstreckenden Teilwicklungen zugeführt.

4. Schaltungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sich der Wirkungsbereich des Lagesensors über den 1,5-fachen Betrag der Umfangsteilung einer Teilwicklung erstreckt.

5. Schaltungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Schalter (20 . . ., 21 . . .) zum Anlegen der Speisespannung an die Speisepunkte (1 . . . 11) als Halbleiterschalter mit weitgehender Potentialtrennung zwischen Steuerspannung und Motorspeisespannung ausgebildet sind.

6. Schaltungsanordnung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Schalter (20 . . ., 21 . . .) und die Gatter (28 . . ., 29 . . ., 30 . . .) der Steuerlogikkreise auf einem gemeinsamen Substrat integriert sind.

Die Erfindung geht aus von einer Schaltungsanordnung zur Steuerung eines bürstenlosen Gleichstrommotors nach der Gattung des Hauptanspruchs. Aus der Zeitschrift "ATM", April 1986, S. 79 bis 82 ist der Aufbau eines kollektorlosen Gleichstrommotors bekannt geworden, bei dem die Wicklungen ruhend im Stator angeordnet sind und der magnetische Fluß durch einen als Dauermagnet ausgebildeten Läufer erzeugt wird. Bei dem bekannten Motorprinzip erfolgt die Stromumschaltung auf die einzelnen Wicklungen über Transistoren, die als kontaktlose Schalter arbeiten und von Hallgeneratoren angesteuert werden, die sich im magnetischen Feld des Läufers befinden. Aus der gleichen Literaturstelle ist auch der Gedanke einer elektronischen Stromwenderschaltung unter Verwendung von Transistoren grundsätzlich bekannt, jedoch wird der dafür erforderliche Aufwand als zu hoch angesehen. Die Wicklungen sind daher im Stern geschaltet und werden in Abhängigkeit von der relativen Stellung des Läufers nacheinander mit der Stromquelle verbunden. Nachteilig bei dieser Betriebsweise ist das schwankende Drehmoment im Verlauf einer Läuferumdrehung.

Aus der US-PS 36 19 746 ist ein elektronisches Kommutierungssystem für einen Gleichstrommotor mit einer geradzahigen Anzahl von stillstehenden, ringförmig zusammengeschalteten Wicklungen bekannt, dessen Läuferfeld entweder von einem Dauermagneten oder von einem über Schleifringe gespeisten Elektromagneten erzeugt wird. Zur Speisung der Wicklung ist für jeden Wicklungsknoten je ein Thyristorenpaar vorgesehen, das in Abhängigkeit von einer Taktspannungsquelle oder Signalen des Lagedetektors so angesteuert wird, daß von jeweils zwei diametral gegenüberliegenden Knoten einer an einen Pol und der andere an den entgegengesetzten Pol der Spannungsquelle angeschlossen wird. Der Aufwand zum Zünden und Löschen der Thyristoren unter Beachtung der Potentialtrennung zwischen der Regelung und der Speisespannung für den Motor ist jedoch außerordentlich hoch.

Die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung zur Steuerung eines bürstenlosen Gleichstrommotors mit den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruchs hat demgegenüber den Vorteil des einfacheren Aufbaus. Als weiterer Vorteil ist anzusehen, daß sie durch den Wegfall jeglicher Übertrager zur Integration und Miniaturisierung geeignet ist.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der im Hauptanspruch angegebenen Steuerschaltung möglich. Besonders vorteilhaft ist die Verwendung logischer Schaltelemente zum Aufbau einer mit der erfindungsgemäßen Steuerschaltung aufgebauten Kommutierungsschaltung und die günstigen Laufeigenschaften eines damit ausgerüsteten Motors.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen

Fig 1 das Ersatzschaltbild der Stator-Wicklung eines Motors mit 11 Spulen,

Fig. 2 schematisch die Schaltungsanordnung zur Ansteuerung eines Motors entsprechend Fig. 1

In Fig. 1 sind mit 1 bis 11 die Anschlußknoten der ringförmig zusammengeschalteten Gesamtwicklung des Motors dargestellt, die aus 11 Einzelwicklungen besteht.

Zwischen den Knoten 1 und 2 erstreckt sich die Wicklung I, zwischen den Knoten 2 und 3 die Wicklung II, zwischen den Knoten 3 und 4 die Wicklung III, und weiter fortlaufend schließlich zwischen den Knoten 11 und 1 die Wicklung XI, womit der Kreis geschlossen ist. Die Ausführung der Wicklungen I bis IX entspricht dem Stand der Technik, wie er bei Rotorwicklungen in Gleichstrommotoren mit mechanischem Kollektor üblich ist. Inmitten des Wicklungsschemas ist schematisch als Dauermagnet der Läufer mit einem ausgebildeten Nordpol *N* an einem und einem ausgebildeten Südpol *S* am anderen Ende dargestellt. Der Läufer *L* ist um den Mittelpunkt frei drehbar, wobei mit *M* auch eine Welle zur Abgabe eines Drehmomentes bezeichnet sein kann.

In Fig. 2 sind wieder mit 1 bis 11 die Anschlußknoten der Wicklungen I bis XI bezeichnet. Jeder Wicklungsknoten ist durch ein Schalterpaar sowohl mit dem positiven Pol 15 als auch dem negativen Pol 16 einer Betriebsspannungsquelle verbindbar. Für den Wicklungsknoten 1 ist das Schalterpaar mit 20.1 und 21.1 bezeichnet, für den Wicklungsknoten 2 mit 20.2 und 21.2, für den Knoten 3 mit 20.3 und 21.3, usw. und schließlich für den Knoten 11 mit 20.11. Dabei verbinden die Schalter 20 die jeweiligen Knoten mit dem negativen Pol 16, die Schalter 21 die Knoten jeweils mit dem positiven Pol 15 der Betriebsspannungsquelle. Aus Gründen der besseren Anschaulichkeit sind die Schalter als Relaiskontakte dargestellt, von denen jeder durch eine eigene Relaispule betätigt wird. So gehört zum Schalter 20.1 die Relaispule 22.1, zum Schalter 21.1 die Relaispule 23.1, zum Schalter 20.2 die Relaispule 22.2, zum Schalter 21.2 die Relaispule 23.2 usw. In einer tatsächlichen Ausführungsform werden diese Relais durch trägheitsarme Halbleiterschalter ersetzt. In der Zuleitung zu jeder Relaispule ist ein Verstärker angeordnet. Diese Verstärker sind für die Relaispulen 22 mit dem Bezugszeichen 24 und für die Relaispulen 23 mit dem Bezugszeichen 25 und dem entsprechenden Index für das betreffende Knotenfeld versehen.

Der Lagesensor für den Motor gemäß dem Ausführungsbeispiel ist aus 11 den jeweiligen Knoten zugeordneten Reflexlichtschranken 26.1 ... 26.11 und einer auf dem Läufer *L* (Fig. 1) aufgebrachten Marke aufgebaut. Dabei ist die Anordnung so getroffen, daß die Reflexlichtschranken 26.1 bis 26.11 kreisförmig um den Läufer *L* angebracht sind und die Marke 27 1,5 Teilungen überdeckt.

Zwischen den Reflexlichtschranken 26 und den Verstärkern 24 und 25 ist eine Steuerlogik geschaltet, die in Abhängigkeit von der Lage der Marke 27 in Bezug auf die Reflexlichtschranken 26 an die jeweils zur Erzielung des maximalen Motordrehmomentes "richtigen" Wicklungsknoten mit den entsprechenden Polen der Betriebsspannungsquelle verbindet. Die Steuerlogik besteht für jeden Wicklungsknoten aus einer Parallelschaltung eines OR-Gatters 28 und eines NOR-Gatters 29, deren Ausgänge mit den beiden Eingängen eines UND-Gatters 30 verbunden sind. Der Ausgang des UND-Gatters 30 führt zum Eingang des Verstärkers 24, der die Relaispule 22 treibt. Jeweils ein Eingang eines NOR-Gatters 29 ist mit dem Ausgang der Reflexlichtschranke 26 verbunden, an dem auch parallel dazu der Eingang des Verstärkers 25 liegt. Die beiden weiteren Eingänge der NOR-Gatter 29 und die beiden Eingänge der OR-Gatter 28 sind in Harfenstruktur mit den Ausgängen der Reflexlichtschranken ausgewählter anderer Knotenfelder verbunden. So ist ein Eingang des OR-Gatters 28.1 mit dem Ausgang der Reflexlichtschranke

26.6, der zweite Eingang mit dem Ausgang der Reflexlichtschranke 26.7 verbunden. Der zweite Eingang des NOR-Gatters 29.1 ist mit dem Ausgang der Reflexlichtschranke 26.5, der dritte mit dem Ausgang der Reflexlichtschranke 26.8 verbunden. Die entsprechende Belegung für die beiden Eingänge des OR-Gatters 28.2 lautet 7 und 8 und für den zweiten und dritten Eingang des NOR-Gatters 29.2 lauten 6 und 9. Für die beiden Eingänge des OR-Gatters 28.11 lautet die Belegung 5 und 6 für den zweiten und dritten Eingang des NOR-Gatters 29.11 lautet sie 4 und 7.

Die Wirkungsweise der aus den OR- und NOR-Gattern 28 und 29 zusammen mit den UND-Gattern 30 aufgebauten Steuerlogik ist folgende: Wenn beispielsweise, wie in Fig. 2 dargestellt, die Marke 27 der Reflexlichtschranke 26.2 gegenübersteht, so wird diese aktiviert und über den Verstärker 25.2 erhält die Relaispule 23.2 Spannung, so daß der Schalter 21.2 geschlossen und der Knoten 2 mit dem positiven Pol 15 der Betriebsspannungsquelle verbunden wird. Der Ausgang der Reflexlichtschranke 26.2 ist weiter jeweils einem Eingang des NOR-Gatters 29.6, der OR-Gatter 28.7 und 28.8 und einem Eingang des NOR-Gatters 29.9 zugeführt. Durch die Aufschaltung eines Signals vom Ausgang der Reflexlichtschranke 26.2 auf einen Eingang des NOR-Gatters 29.6 wird das Ausgangssignale dieses NOR-Gatters 0 und damit auch der Ausgang des UND-Gatters 30.6: Die Relaispule 22.6 erhält keine Spannung. Das Aufschalten eines Signals von der Leitung 2 vom Ausgang der Reflexlichtschranke 26.2 auf einen Eingang des OR-Gatters 28.7 schaltet dieses Signal durch auf einen Eingang des UND-Gatters 30.7. Da alle drei Eingänge des NOR-Gatters 29.7 ohne Signal sind, erscheint an dessen Ausgang ein Signal und das UND-Gatter 30.7 gibt ein Signal ab, das über den Verstärker 24.7 die Relaispule 22.7 erregt und den Schalter 20.7 schließt, mit dem der Knoten 7 mit dem negativen Pol der Betriebsspannungsquelle verbunden wird. In gleicher Weise bewirkt die Verbindung der Leitung 2 mit einem Eingang des OR-Gatters 28.8 eine Erregung der Relaispule 22.8, da an allen drei Eingängen des NOR-Gatters 29.8 kein Signal anliegt und deshalb das UND-Gatter 30.8 durchschaltet. Wie aus dem Schaltungsschema der Fig. 1 erkennbar, wird also dem Knoten 1 positive Spannung und den beiden Knoten 7 und 8 negative Spannung zugeführt. Die zwischen den Knoten 7 und 8 liegende Teilspule VII ist für diese Rotorstellung kurzgeschlossen. Alle anderen Teilspulen tragen zum Aufbau eines Drehmomentes bei analog der Wirkungsweise eines mechanischen Kollektors.

Wenn die Marke 27 durch die Drehbewegung des Läufers sich weiter bewegt und sowohl die Reflexlichtschranke 26.2 als auch 26.3 überdeckt, ergibt sich folgendes Bild: Sowohl die Spule 23.2 als auch die Spule 23.3, welche über die zugehörigen Schalter die Knoten 2 und 3 mit dem positiven Pol 15 der Betriebsspannungsquelle verbinden können, sind erregt, die Schalter also geschlossen und die zwischen den Knoten 2 und 3 liegende Teilspule II ist kurzgeschlossen. Die Verbindung des Ausgangs der Reflexlichtschranke 26.3 mit dem zweiten Eingang des NOR-Gatters 29.7 bewirkt, daß der Ausgang des NOR-Gatters 29.7 kein Signal abgibt und daher wegen der UND-Verknüpfung über das Gatter 30.7 die Relaispule 22.7 stromlos wird. Der Schalter 20.7 fällt ab und der Knoten 7 wird von dem negativen Pol 16 der Betriebsspannungsquelle getrennt. Die Spule 22.8 des Schalters 20.8 bleibt weiter beaufschlagt. Der Knoten 9 wird wegen der gegensätzlichen Wirkung der

Leitungen .2 und .3 an jeweils einem Eingang des OR-Gatters 28.9 bzw. des NOR-Gatters 29.9 ebenfalls nicht beaufschlagt. Das Magnetfeld der Wicklung ist daher entsprechend der Bewegung der Marke 27 um eine halbe Teilung weitergerückt.

Wenn im weiteren Verlauf der Drehbewegung die Marke lediglich der Reflexlichtschranke 26.3 gegenübersteht, wiederholt sich die eingangs beschriebene Schaltstellung, jedoch mit jeweils um 1 erhöhten Index für alle logischen Bausteine, Relaispulen und Schalter.

Die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung hat also den großen Vorteil, daß nur durch logische Bausteine der Digitaltechnik eine Steuerlogik gebildet ist, die einen Motorbetrieb an einer Gleichspannungsquelle genau analog der Wirkungsweise eines mechanischen Kollektors erlaubt.

Dadurch ist die angegebene Schaltung vorzüglich zur

Integration und Miniaturisierung geeignet. Weiter ist vorteilhaft, daß durch einfaches Vertauschen der Pole 15 und 16 der Betriebsspannungsquelle die Drehrichtung des Motors veränderbar ist. Dies führt zu einer wesentlichen Vereinfachung der Steuerschaltung für einen elektronischen bürstenlosen Gleichstrommotor.

Die Abtastung der Rotorstellung kann auch mit einem codierten Lagegeber (z. B. einer Scheibe mit Gray-Code) erfolgen, der entsprechend der Anzahl der Teilwicklungen mindestens die doppelte Anzahl von Stellungen aufweist. Mit einer Decodierschaltung lassen sich daraus die Ansteuersignale für die Schalter wie oben beschrieben ableiten.

Die Erfindung ist sinngemäß für jede Anzahl n von Teilwicklungen anwendbar, wobei n vorzugsweise ungeradzahlig und größer 3 sein sollte.

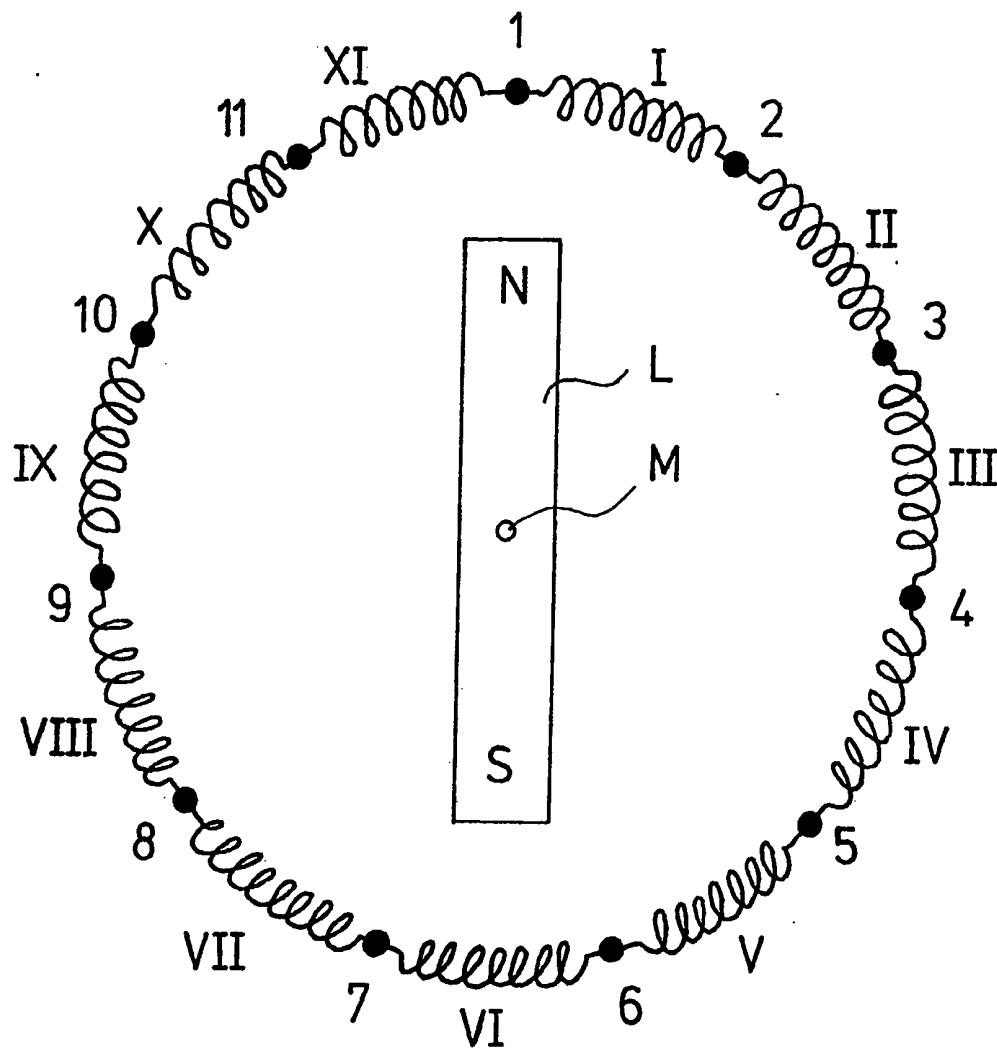


Fig 1

